



Institut für Technische Thermodynamik
Prof. Dr. André Thess



Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik
Prof. Dr. -Ing. Marcus Petermann

Masterarbeit

Experimentelle Untersuchung des Gastransports in einem thermochemischen Speichermaterial unter Reaktionsbedingungen

Benjamin Priggemeier

Matr.-Nr. RUB: 108 009 225329

Betreuerin am DLR: Dipl. -Ing. Marie Gollsch

Betreuer am FVT: Dr. -Ing. Stefan Pollak

Eingereicht am: 01.06.2015



Starten Sie Ihre Mission beim DLR.

Das DLR ist das Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt sowie die Raumfahrtagentur der Bundesrepublik Deutschland. Rund 7.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter forschen gemeinsam an einer einzigartigen Vielfalt von Themen in Luftfahrt, Weltraum, Energie, Verkehr und Sicherheit. Ihre Missionen reichen von der Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung von innovativen Anwendungen und Produkten von morgen. Wenn auch Sie sich für Spitzenforschung in einer inspirierenden, wertschätzenden Umgebung begeistern, starten Sie Ihre Mission bei uns.

Abschluss- /Studienarbeit

Experimentelle Untersuchung des Gastransports in einem thermochemischen Speichermaterial unter Reaktionsbedingungen

Das Institut für Technische Thermodynamik des DLR forscht mit über 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auf dem Gebiet effizienter und ressourcenschonender Energiespeicher und Energiewandlungstechnologien der nächsten Generation.

Ihre Zielsetzung:

Die Möglichkeit der Speicherung thermischer Energie kann in Zukunft einen wichtigen Beitrag zu einer kostengünstigen und ressourcenschonenden Energieversorgung liefern. Mit der chemischen Speicherung thermischer Energie beschäftigt sich am Standort Stuttgart das Fachgebiet Thermochemische Systeme der Abteilung Thermische Prozesstechnik. Thermochemische Speicher, bei denen die Wärme einer reversiblen chemischen Reaktion zur Speicherung genutzt wird, sind insbesondere auf Grund der damit verbundenen hohen spezifischen Speicherdichte der Materialien eine viel versprechende Möglichkeit thermische Energie kostengünstig zu speichern. Ein solches Material stellt bspw. das Gas-Feststoff-Reaktionssystem CaO-Ca(OH)_2 dar, das aktuell für Anwendungen im Temperaturbereich zwischen 400 °C und 600 °C untersucht wird. Dabei hat sich gezeigt, dass ein unzureichender Stoff- und Wärmetransport innerhalb des Reaktionsbettes eine deutliche Limitierung des Reaktionsverlaufs zur Folge haben kann und deshalb entscheidend ist für die Auslegung und den Betrieb des Speichers. Ziel dieser Arbeit ist daher die experimentelle Untersuchung des Gastransports im CaO-Ca(OH)_2 -Systems unter Reaktionsbedingungen. Hierzu soll ein Teststand in Betrieb genommen und erste Versuche mit dem Reaktionsmaterial durchgeführt werden. Der Fokus liegt dabei auf Veränderungen des Stofftransports, die aufgrund der chemischen Reaktion und der Zyklisierung des Materials auftreten.

Ihre Mission:

Im Rahmen der Arbeit sollen folgende Teilaufgaben bearbeitet werden:

- Inbetriebnahme eines Teststands zur Druckverlustmessung unter Reaktionsbedingungen
- experimentelle Untersuchung des Calciumoxid-Calciumhydroxid-Systems
- Auswertung der Experimente und Bewertung der Ergebnisse

Ihre Qualifikation:

- Studium einer Ingenieurwissenschaft (Energie-, Umwelt-, Verfahrenstechnik oder ähnliches)
- Freude an experimentellem Arbeiten
- Eigeninitiative und Selbstständigkeit

Ihr Start: ab Oktober/November 2014 für 6 Monate

Kontakt bei Rückfragen:

Marie Gollsch, DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart
Tel. 0711 6862-8117 oder E-Mail: marie.gollsch@dlr.de



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen thermischer Energiespeicherung	3
2.1	Übersicht thermischer Energiespeicher.....	3
2.2	CaO/Ca(OH) ₂ -Reaktionssystem.....	6
3	Druckverlust in Schüttungen	11
3.1	Permeabilität in Schüttungen	11
3.1.1	Darcy-Gesetz	11
3.1.2	Erweiterungen der Darcy-Gleichung	13
3.2	Modellvorstellungen zur Berechnung des Druckverlustes in Schüttungen...	15
3.3	Modellierung des Reaktionsbettes	18
4	Versuchsaufbau	19
4.1	Umbau des Versuchsstands	19
4.2	Versuchsstand	21
4.2.1	Bauteile	22
4.2.2	Messtechnik	25
4.3	Verwendetes Calciumhydroxid.....	27
5	Versuchsdurchführung	28
6	Versuchsergebnisse und Auswertung.....	31
6.1	Validierung der Messergebnisse	31
6.2	Permeabilitätsuntersuchung der Ausgangsschüttung der 1. Messreihe.....	32
6.3	Permeabilitätsuntersuchung der Ausgangsschüttung der 2. Messreihe.....	39
6.4	Permeabilitätsuntersuchung der Schüttung zwischen und nach der Zyklisierung.....	45
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	54
	Literaturverzeichnis	56
	Anhang.....	59